

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-293602

(43)Date of publication of application : 23.10.2001

---

(51)Int.Cl. B23B 27/14  
B23B 51/00  
B23C 5/16  
B23D 61/00  
B23F 21/00  
B23P 15/28  
C04B 41/87  
C23C 14/06  
C23C 14/24  
C23C 14/34

---

(21)Application number : 2000-109933

(71)Applicant : SUMITOMO ELECTRIC IND LTD

(22)Date of filing : 11.04.2000

(72)Inventor : FUKUI HARUYO  
MATSUSHIMA MASATO  
OHARA HISANORI  
OTA TOMOKO

---

(54) CUTTING TOOL, AND MANUFACTURING METHOD AND DEVICE FOR THE SAME

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a surface-coated cutting tool that is suitable as a drill, an end mill and the like and is improved in abrasion resistance, sliding performance, seizing performance, machining-stock machining accuracy and the like. SOLUTION: The cutting tool comprises a base material, and an abrasion-resistant coating formed on the base material and having, as its principal component, a nitride or carbonitride of one or more types of element selected from a group containing the Group 4a, 5a and 6a elements and Al. The abrasion-resistant coating includes at least one type of ultrafine compound selected from a group containing B<sub>4</sub>DC, BN, TiB<sub>2</sub>, TiB, TiC, WC, SiC, SiNX (X=0.5 to 1.33), and Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. The ultrafine compound preferably has a grain size of 0.5 to 50 nm. The base material can be a cBN sintered body and a diamond sintered body.

---

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 20.07.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-293602

(P2001-293602A)

(43) 公開日 平成13年10月23日 (2001. 10. 23)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マ-ト* (参考)
B 2 3 B 27/14		B 2 3 B 27/14	A 3 C 0 3 7
51/00		51/00	M 3 C 0 4 6
B 2 3 C 5/16		B 2 3 C 5/16	4 K 0 2 9
B 2 3 D 61/00		B 2 3 D 61/00	
B 2 3 F 21/00		B 2 3 F 21/00	

審査請求 未請求 請求項の数23 O L (全 9 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-109933(P2000-109933)

(22) 出願日 平成12年4月11日 (2000. 4. 11)

(71) 出願人 000002130

住友電気工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号

(72) 発明者 福井 治世

兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友

電気工業株式会社伊丹製作所内

(72) 発明者 松島 政人

兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友

電気工業株式会社伊丹製作所内

(74) 代理人 100100147

弁理士 山野 宏 (外1名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 切削工具とその製造方法および製造装置

(57) 【要約】

【課題】 ドリル、エンドミル等に好適で、耐摩耗性、高滑り性、高焼き付き性、被削材の加工精度などを向上できる表面被覆切削工具を提供する。

【解決手段】 基材と、その基材上に形成された4a、5a、6a族元素およびAlからなる群の中から選択される1種以上の元素の窒化物または炭窒化物を主成分とする耐摩耗性被膜とを具える。耐摩耗性被膜中には、B<sub>4</sub>C、BN、TiB<sub>2</sub>、TiB、TiC、WC、SiC、SiN<sub>x</sub> (X=0.5~1.33) およびAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub> をよりなる群から選択される少なくとも1種の超微粒化合物を含む。この超微粒化合物の粒径は0.5~50nmが好ましい。基材にはcBN焼結体やダイヤモンド焼結体可以利用できる。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基材と、その基材上に形成された4a、5a、6a族元素およびAlからなる群の中から選択される1種以上の元素の窒化物または炭窒化物を主成分とする耐摩耗性被膜とを具える切削工具であって、

前記基材はcBN焼結体またはダイヤモンド焼結体で、前記耐摩耗性被膜中に、 $B_4C$ 、BN、 $TiB_2$ 、TiB、TiC、WC、SiC、 $SiN_x$  ( $x=0.5\sim1.33$ ) および $Al_2O_3$ よりなる群から選択される少なくとも1種の超微粒化合物を含むことを特徴とする切削工具。

【請求項2】 前記4a、5a、6a族元素およびAlからなる群の中から選択される1種以上の元素の窒化物または炭窒化物の粒径が0.5～50nmであることを特徴とする請求項1に記載の切削工具。

【請求項3】 前記超微粒化合物の粒径が0.5～50nmであることを特徴とする請求項1または2に記載の切削工具。

【請求項4】 前記超微粒化合物が非晶質構造を有することを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載の切削工具。

【請求項5】 前記耐摩耗性被膜は、複数層で構成されていることを特徴とする請求項1～4のいずれかに記載の切削工具。

【請求項6】 前記耐摩耗性被膜の厚みが0.5～10 $\mu m$ であることを特徴とする請求項1～5のいずれかに記載の切削工具。

【請求項7】 前記基材表面と前記耐摩耗性被膜との間に、チタンナイトライドまたはクロムナイトライドを含む中間層を具えることを特徴とする請求項1～6のいずれかに記載の切削工具。

【請求項8】 中間層の厚みが0.05～1.0 $\mu m$ であることを特徴とする請求項7に記載の切削工具。

【請求項9】 前記切削工具は、ドリル、エンドミル、フライス加工用および旋削用刃先交換型チップ、メタルソー、歯切工具、リーマ、タップのいずれかであることを特徴とする請求項1～8のいずれかに記載の切削工具。

【請求項10】 基材がcBNを20体積%以上含むcBN焼結体であることを特徴とする請求項1に記載の切削工具。

【請求項11】 基材がcBNを99.9体積%以上含むcBN焼結体であることを特徴とする請求項1に記載の切削工具。

【請求項12】 基材が30～90体積%のcBNと結合材とを含むcBN焼結体であり、この結合材が周期律表4a、5a、6a族元素の窒化物、炭化物、硼化物、酸化物およびこれらの固溶体よりなる群から選択される少なくとも1種ならびにアルミニウム化合物を含むことを特徴とする請求項10に記載の切削工具。

【請求項13】 結合材が、50～98重量%のTiC、TiN、TiCN、(TiM)C、(TiM)Nおよび(TiM)CNからなる群

から選択される1種（ここで、MはTiを除く周期律表4a、5a、6a族元素の中から選択される遷移金属元素）と2～50重量%のアルミニウム化合物とからなることを特徴とする請求項12に記載の切削工具。

【請求項14】 基材が40～95体積%のcBNと結合材とを含むcBN焼結体であり、この結合材がTiNと、CoまたはWの炭化物、硼化物、窒化アルミニウム、硼化アルミニウムおよびこれらの固溶体からなる群から選択される少なくとも1種を含むことを特徴とする請求項1に記載の切削工具。

【請求項15】 基材が90体積%以上のcBNと結合材とを含み、この結合材が周期律表1aまたは2a族元素の硼化物とTiNとを含むことを特徴とする請求項1に記載の切削工具。

【請求項16】 基材が90体積%以上のcBNと結合材とを含み、この結合材が、1～50重量%のTiNと、周期律表1aまたは2a族元素の硼窒化物とを含むことを特徴とする請求項1に記載の切削工具。

【請求項17】 基材がダイヤモンドを40体積%以上を含むダイヤモンド焼結体であることを特徴とする請求項1に記載の切削工具。

【請求項18】 基材が50～98体積%のダイヤモンドと結合材とを含む焼結体であり、この結合材が鉄族金属、WCのうち少なくとも1種以上を含むことを特徴とする請求項1に記載の切削工具。

【請求項19】 基材が60～95体積%のダイヤモンドと結合材とを含む焼結体であり、この結合材が鉄族金属、周期律表4a、5a、6a族元素の炭化物および炭窒化物から選択される1種以上の化合物ならびにWCのうち少なくとも1種以上を含むことを特徴とする請求項1に記載の切削工具。

【請求項20】 結合材がCo、TiC、WCのうち少なくとも1種以上を含むことを特徴とする請求項19に記載の切削工具。

【請求項21】 基材が60～98体積%のダイヤモンドと結合材とを含む焼結体であり、この結合材が炭化ケイ素、ケイ素、WCのうち少なくとも1種以上を含むことを特徴とする請求項1に記載の切削工具。

【請求項22】 真空装置と、真空装置内で基材を保持する基材ホルダと、アーク放電によってカソード物質を溶解させるアーク式蒸発源と、真空装置内に反応ガスを導入するガス導入口と、基材にゼロまたは負のバイアス電圧を印加する直流電源と、アーク式蒸発源とは独立に制御可能なスパッタリング蒸発源とを具えることを特徴とする切削工具の製造装置。

【請求項23】 基材上に耐摩耗性被膜を形成する切削工具の製造方法であって、真空装置内に反応ガスを導入し、基材にゼロまたは負のバイアス電圧を印加した状態で、アーク放電によってカ

ソードを溶解させるアーク式蒸発源を用いて基材の表面に4a、5a、6a族元素およびAlからなる群の中から選択される1種以上の元素の窒化物または炭窒化物を主成分とする耐摩耗性被膜を形成し、同時にアーク式蒸発源とは独立に制御可能なスパッタリング蒸発源を用いて $B_4C$ 、BN、 $TiB_2$ 、TiB、TiC、WC、SiC、 $SiN_x$  ( $x=0.5\sim 1.33$ ) および $Al_2O_3$  からなる群の中から選択される1種以上の超微粒化合物を耐摩耗性被膜中に含有させることを特徴とする切削工具の製造方法。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ドリル、エンドミル、フライス加工用および旋削用刃先交換型チップ、メタルソー、歯切工具、リーマ、タップなどの切削工具に関するものである。特に、表面に平滑な耐摩耗性被膜を有する切削工具に関するものである。

##### 【0002】

【従来の技術】従来から、耐摩耗性および表面保護機能改善のため、基材表面に硬質被膜層を形成した切削工具が知られている。その基材の具体例としては、WC基超硬合金、サーメット、セラミックス、高速度鋼等が挙げられる。また、硬質被覆層としては、PVD法やCVD法によりTi(チタン)、Hf(ハフニウム)、Zr(ジルコニウム)の炭化物、窒化物、炭窒化物あるいはAlの酸化物などが挙げられる。硬質被覆層は単層で用いられることもあれば、複層で利用されることもある。

【0003】一方、高温硬度と高温強度を必要とする分野では、cBN(立方晶窒化硼素)焼結体、ダイヤモンド焼結体、窒化ケイ素焼結体、酸化アルミニウム-炭化チタン焼結体の工具が用いられている。

##### 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかし、最近の切削工具の動向として、加工能率を一層向上させるため、切削速度がより高速になってきていることなどから、工具刃先温度はますます高温になる傾向があり、工具材料に要求される特性は厳しくなる一方である。特に、工具材料の要求特性として、高温での被膜の安定性(耐酸化特性や被膜の密着性)はもちろんのこと、切削工具寿命に関係する耐摩耗性、すなわち被膜硬度の向上が重要となっている。

【0005】そこで、例えば特開昭61-183187号公報では、cBN焼結体の最表面にTiN膜を被覆することが提案されている。また、特開平8-134629号公報では、cBN焼結体の基材上に周期律表4a、5a、6a族元素、Al、SiおよびBからなる群から選択される少なくとも1種の元素の炭化物、窒化物、炭窒化物、酸化物を主成分とする化合物の層を少なくとも2層以上有し、各層が粒径1~50nmの超微粒で構成されていることを特徴とする超微粒積層膜を提案している。この超微粒積層膜は、少なくとも1層の化合物が立方晶型の結晶構造を持つ主に金属結合性の化合

物であり、他の少なくとも1層は常温、常圧、平衡状態において立方晶以外の結晶構造を持つ主に共有結合性の化合物で構成することができる。この超微粒積層膜は、弾性率、ポアソン比など機械的特性が異なる化合物のナノメートルオーダーの微粒をナノメートルオーダーで積層することによって、各層内の転位の伝搬に対する抵抗が増大し、転位を抑制できる。また、各層あるいは各粒を越えて伝搬する転位を各層間および層を構成する微粒の界面において止めることができ、膜の塑性変形が低減する。さらに、クラックの成長も界面において抑制され膜の耐久損性が向上できる。しかし、切削工具寿命をさらに延長させるためには、さらに被膜硬度の向上が必至となってきている。

【0006】そこで、ダイヤモンド、立方晶窒化ホウ素、炭化ケイ素、窒化ケイ素、アルミナなど、Ti(チタン)、Hf(ハフニウム)、Zr(ジルコニウム)、の炭化物、窒化物、炭窒化物をはるかに凌ぐ高硬度を持つ材料は、耐熱性にも優れることから、上述の表面被覆に替わる被覆材料として非常に有望ではある。しかし、これらの材料は従来の手法では合成が難しいことに加え、工具材料として使用に耐えうる密着力得られないため(被膜がすぐに剥離してしまう)、実用化されていない。

【0007】従って、本発明の主目的は、耐摩耗性、高滑り性、高焼き付き性、被削材の加工精度(表面仕上げ状態)を向上できる表面被覆切削工具とその製造方法、製造装置を提供することにある。

##### 【0008】

【課題を解決するための手段】本発明者らは、耐摩耗性、滑り性、焼き付き性、被削材の加工精度(表面仕上げ状態)などの切削工具技術の問題を解決するため表面を被覆した切削工具について様々な研究を行なった。その結果、上述の全ての問題を解決するためには、低温でも被覆可能なPVD法によって耐酸化特性を持たせながら高硬度の超微粒子を分散させた耐摩耗性被膜を密着性よく切削工具表面に被覆することが有効であるとの知見を得た。

【0009】すなわち、本発明切削工具は、基材と、その基材上に形成された4a、5a、6a族元素およびAlからなる群の中から選択される1種以上の元素の窒化物または炭窒化物を主成分とする耐摩耗性被膜とを具える。この基材は、cBN焼結体またはダイヤモンド焼結体で構成する。そして、耐摩耗性被膜中に、 $B_4C$ 、BN、 $TiB_2$ 、TiB、TiC、WC、SiC、 $SiN_x$  ( $x=0.5\sim 1.33$ ) および $Al_2O_3$  よりなる群から選択される少なくとも1種の超微粒化合物を含むことを特徴とする。

【0010】ここで、耐摩耗性被膜の中に前記の超微粒化合物を含有させている理由は、これらの化合物が非常に高硬度であるため、被膜の硬度を向上させる働きがあることによる。また、超微粒化合物の粒径は0.5~50nmが好ましい。0.5nm未満では、被膜の硬度の向上が見ら

れず、また各元素の拡散によって各粒子の構造が非常に不安定になり、微粒子構造が消失したり、隣接する粒子との結合によって粒径が増大し、結局は粒径が0.5nmを越えることになるからである。逆に、50nmを越える場合、前述の転位やクラックの抑制効果が低下することに加え、耐摩耗性被膜中に上手く混合させることができず、耐摩耗性被膜が剥離してしまうためである。

【0011】また、4a、5a、6a族元素およびAlからなる群の中から選択される1種以上の元素の窒化物または炭窒化物を主成分とする耐摩耗性被膜の粒径も0.5~50nmに調整すれば、結晶粒のナノメートルサイズ効果により、被膜の硬度上昇、転位・クラック抑制効果およびさらなる耐摩耗性向上が得られる。

【0012】さらに、耐摩耗性被膜に分散させる超微粒化合物が非晶質である場合、被膜中の非晶質混合層によるエネルギー分散により、被膜中に進展するクラックの伝播が抑えられるため、耐摩耗性が飛躍的に向上する。

【0013】耐摩耗性被膜に分散させる超微粒化合物、すなわち $B_4C$ 、BN、 $TiB_2$ 、TiB、TiC、WC、SiC、 $SiN_x$  ( $x=0.5\sim1.33$ ) および $Al_2O_3$  よりなる群から選択される少なくとも1種は、原子数比がこれに限られるものではなく、前記のストイキオメトリーからずれるものであってもよい。

【0014】次に、耐摩耗性被膜は、単層でも構わないが、複数層による積層構造であることが好ましい。

【0015】また、耐摩耗性被膜の厚みは0.5~10 $\mu m$ であることが好ましい。厚みが0.5 $\mu m$ 未満では耐摩耗性の向上が見られず、逆に10 $\mu m$ を越えると被膜中の残留応力などの影響で基材との密着強度が低下する。

【0016】さらに、基材表面と前記耐摩耗性被膜との間に中間層を形成することが好ましい。この中間層としては、チタンナイトライドまたはクロムナイトライドを含む層が好適である。チタンナイトライドは、基材表面と前記耐摩耗性被膜との両方に密着性が良いので、基材と耐摩耗性被膜の密着性を一層向上させることができる。そのため、耐摩耗性被膜が基材から剥がれることなく切削工具寿命をさらに向上することができる。中間層の厚みは0.05~1.0 $\mu m$ であることが好ましい。0.05 $\mu m$ 未満では密着強度の向上が見られず、逆に1.0 $\mu m$ を越えても密着強度の更なる向上は見られないからである。

【0017】基材としては、cBNを20体積%以上含む下記の4つのタイプのcBN焼結体の中から選択できる。

【0018】(1) 99.9体積%以上のcBNを含むcBN焼結体。

【0019】(2) cBNを30~90体積%と結合材とを含むcBN焼結体。このcBN焼結体の結合材は周期律表4a、5a、6a族元素の窒化物、炭化物、硼化物、酸化物およびこれらの固溶体からなる群の中から選択される少なくとも1種とアルミニウム化合物とからなるものが好適である。

結合材が、50~98重量%のTiC、TiN、TiCN、(TiM)C、(TiM)Nおよび(TiM)CNからなる群から選択される1種（ここで、MはTiを除く周期律表4a、5a、6a族元素の中から選択される遷移金属元素）と2~50重量%のアルミニウム化合物とを含むものでも良い。特に、結合材が、50~98重量%のTiNと2~50重量%のアルミニウム化合物と不可避的不純物とからなることが好ましい。

【0020】(3) 40~95体積%以上のcBNと結合材とを含むcBN焼結体。この結合材はTiN、CoまたはWの炭化物、硼化物、窒化アルミニウムおよび不可避的不純物とからなるものが好ましい。特に、結合材が、1~50重量%のTiNとCoまたはWの炭化物、硼化物、窒化アルミニウム、硼化アルミニウムおよびこれらの固溶体からなる群から選択される少なくとも1種とを含むことが好ましい。

【0021】(4) 90体積%以上のcBNと結合材とを含むcBN焼結体。この結合材が周期律表1aまたは2a族元素の硼化物とTiNと不可避的不純物とからなるものが好適である。また、結合材が、1~50重量%のTiNと周期律表1aまたは2a族元素の硼窒化物とを含むものでも良い。

【0022】さらに、基材としてダイヤモンドを40体積%以上含む下記のダイヤモンド焼結体を選択することもできる。

【0023】(1) ダイヤモンドを50~98体積%含む焼結体。この焼結体の残部には、鉄族金属、WCのうち少なくとも1種以上を含むことが好ましい。特に、鉄族金属はCoが好適である。

【0024】(2) ダイヤモンドを60~95体積%含む焼結体。この焼結体の残部には、鉄族金属、周期律表4a、5a、6a族元素の炭化物および炭窒化物から選択される1種以上、WCのうち少なくとも1種以上からなる物質を含むことが望ましい。さらに好ましくは、残部がCoおよびTiCとWCならびに不可避的不純物とからなることである。

【0025】(3) ダイヤモンドを60~98体積%含む焼結体。この焼結体の残部は、炭化ケイ素、ケイ素、WCのうち少なくとも1種以上からなるものが好ましい。

【0026】切削工具の具体的な用途としては、ドリル、エンドミル、フライス加工用および旋削用刃先交換型チップ、メタルソー、歯切工具、リーマ、タップなどが挙げられる。

【0027】上記の耐摩耗性被膜を基材表面に被覆するには、結晶性の高い化合物を形成できる成膜プロセスで作製することが重要である。種々の成膜方法を検討した結果、原料元素のイオン率が高いカソードアークイオンプレーティングが一番適していることがわかった。このカソードアークイオンプレーティングを用いると、耐摩耗性被膜を形成する前に、基材表面に対して金属のイオンボンバードメント処理が可能となるため、被膜の密着性が格段によくなる。

【0028】また、耐摩耗性被膜に超微粒化合物を分散させるには、 $B_4C$ 、BN、 $TiB_2$ 、 $TiB$ 、 $TiC$ 、WC、 $SiC$ 、 $SiN_x$  ( $X=0.5\sim1.33$ ) および $Al_2O_3$  といった高融点材料でも容易に成膜することができ、非晶質成分も混在させることが可能なスパッタリング法を用いることが好ましい。スパッタリング法は、DC、RF、マグネトロン、アンバランスドマグネトロンなど、どのような手法であっても良い。カソードアークイオンプレーティング法においても、前記超微粒粒子化合物を生成することは可能であるが、特に材料が絶縁物である場合、直流アーク放電を成膜完了までの長時間にわたって持続させることは非常に困難なため、その合成は非常に難しい。

【0029】そこで、本発明では、切削工具の製造装置として、カソードアークイオンプレーティング装置においてアーク式蒸発源とは独立に制御可能なスパッタリング蒸発源を用いた。すなわち、本発明切削工具の製造装置は、真空装置と、真空装置内で基材を保持する基材ホルダと、アーク放電によってカソード物質を溶解させるアーク式蒸発源と、真空装置内に反応ガスを導入するガス導入口と、基材にゼロまたは負のバイアス電圧を印加する直流電源と、アーク式蒸発源とは独立に制御可能なスパッタリング蒸発源とを具えることを特徴とする。

【0030】また、本発明切削工具の製造方法は、基材上に耐摩耗性被膜を形成する切削工具の製造方法であって、真空装置内に反応ガスを導入し、基材にゼロまたは負のバイアス電圧を印加した状態で、アーク放電によってカソードを溶解させるアーク式蒸発源を用いて基材の表面に4a、5a、6a族元素およびAlからなる群の中から選択される1種以上の元素の窒化物または炭窒化物を主成分とする耐摩耗性被膜を形成する。その際、アーク式蒸発源とは独立に制御可能なスパッタリング蒸発源を用いて $B_4C$ 、BN、 $TiB_2$ 、 $TiB$ 、 $TiC$ 、WC、 $SiC$ 、 $SiN_x$  ( $X=0.5\sim1.33$ ) および $Al_2O_3$  からなる群の中から選択される1種以上の超微粒化合物を耐摩耗性被膜中に含有させることを特徴とする。

#### 【0031】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を説明する。各実験例中の粒子の粒径は透過電子顕微鏡で観察し、組成は透過電子顕微鏡に併設の微小領域EDX (Energy-dispersive X-ray Spectroscopy) 分析により行った。なお、組成はESCA (Electron Spectroscopy for Chemical Analysis) またはSIMS (Secondary Ion Mass Spectroscopy) によっても確認できる。

#### 【0032】(実験例1)(1) サンプルの作製

##### (i) 本発明品の作製

超硬合金製ボットとボールを用いてTiN粉末とアルミニウム粉末とを80:20の重量比で混合して結合材粉末を得た。次に、この結合材粉末と平均粒径 $2.5\mu m$ のcBN粉末とを40:60の体積比となるように配合し、Mo容器に充填し、圧力5GPa、温度1450℃で20分間焼結した。ここで

得られたcBN焼結体は65体積%のcBNを含み、この焼結体を切削工具用に加工して基材とした。なお、切削工具形状はSNGN120408のものを用意した。

【0033】図1は本発明成膜装置の模式図である。成膜装置1はチャンバー2と主テーブル3と支持棒4と、アーク式蒸発源5およびスパッタ式蒸発源6と、可変電源としての直流電源7および8と、RF電源9、ガスを供給するためのガス導入口10とを具える。

【0034】チャンバー2は真空ポンプと連結されており、チャンバー2内の圧力を変化させることが可能である。チャンバー2内に設けられた支持棒4は主テーブル3を支持する。支持棒4内には回転軸が設けられており、この回転軸が主テーブル3を回転させる。主テーブル3上に基材11を保持するための基材ホルダ12が設けられている。支持棒4、主テーブル3および基材ホルダ12は直流電源8の負極と電気的に接続されている。直流電源8の正極はアースされている。

【0035】チャンバー2の側壁には、アーク式蒸発源5と、その蒸発源5に対向するスパッタ式蒸発源6とが取り付けられている。

【0036】アーク式蒸発源5は、直流電源7の負極と電気的に接続されている。直流電源7の正極はアースされ、かつチャンバー2と電気的に接続されている。スパッタ式蒸発源は、RF電源9と電気的に接続されている。

【0037】アーク式蒸発源5とチャンバー2との間のアーク放電によって、アーク式蒸発源5を部分的に溶解させてカソード物質を基材方向に蒸発させるものである。アーク式蒸発源5とチャンバー2の間には数十V程度の電圧が印加される。また、スパッタ式蒸発源6には、RF電源9から数百〜数千Wの電力を印加してスパッタカソード物質を蒸発させる。

【0038】チャンバー2にガスを供給するガス導入口10には、図示していないマスフローコントローラーを介して様々なガスが導入される。このガスの例として、アルゴン、窒素ガス、酸素またはメタン、アセチレン、ベンゼンなどの炭化水素ガスなどがある。

【0039】まず、図1で示すような装置を用いて、主テーブル3を回転させながら、真空ポンプによりチャンバー2内を減圧すると共に、ヒーター(図示せず)により基材11を温度400℃に加熱し、チャンバー2内の圧力が $1.3\times 10^{-3} Pa$ となるまで真空引きを行なった。次に、ガス導入口10からアルゴンガスを導入してチャンバー内の圧力を2.7Paに保持し、直流電源8の電圧を徐々に上げながら、-1000Vとし、基材11の表面のクリーニングを10分間行なった。その後、アルゴンガスを排気した。

【0040】次に、直流電源8の電圧を-1000Vに維持したまま、チャンバー2内にガス導入口10を通して100SCCMのアルゴンと、窒素の混合ガスを導入した。直流電源7から80Aのアーク電流を供給し、アーク式蒸発源5から金属イオンを発生させた。これにより、金属イオンが

基材11の表面をスパッタクリーニングし、基材11の表面の強固な汚れや酸化膜が除去された。アーク式蒸発源には、Ti、TiAl、Zr、Hf、Cr、V、Nb、Ta、W、Moを用いた。

【0041】その後、チャンバー2内の圧力が4Paになるように、ガス導入口10から窒素ガスを導入し、直流電源8の電圧を-50Vとした。すると、基材11の表面において金属窒化膜の形成が始まった。金属窒化膜（例えばTiN）が所定の厚みに（ $0.3\mu\text{m}$ ）に達するまでこの状態を維持した。これにより、中間層としての金属窒化膜（TiN膜）を形成した。

【0042】中間層の金属窒化膜（例えばTiN膜）の形成が終了すると、この状態のまま、アーク式蒸発源5に95Aの電流を供給すると同時にスパッタ式蒸発源6にRF電源9から1kWの電力を投入した。これにより、アーク式蒸発源を構成する金属が基材方向に蒸発し、かつスパッタ式蒸発源を構成する化合物が基材方向に蒸発して、基材11の表面に厚さが約 $3\mu\text{m}$ の超微粒子分散耐摩耗性被膜が形成された。スパッタ式蒸発源にはSi、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ 、SiN、SiC、BN、 $\text{B}_4\text{C}$ 、TiB、 $\text{TiB}_2$ 、TiC、W、WC、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ を用いた。

#### 【0043】(ii) 従来品1の作製

従来品1の作製にあたっては、まず、本発明品と同じ基材を準備した。この基材を図1で示す基材ホルダ12にセットした。また、装置1において、ガス導入口10をチャンバー2の上部に配置した。アーク式蒸発源5に対向するスパッタ式蒸発源6をアーク蒸発源5に変更し、一方の蒸発源をチタンで、他方の蒸発源をチタンアルミニウムの化合物（Ti0.5、Al0.5）で構成した。（Ti0.5、Al0.5）とは、TiとAlの原子数比が0.5:0.5の化合物をいう。その他の成膜装置1の構成については、本発明品の製造と同様にした。

【0044】このような装置10を用いて、基材11の表面に本発明品を製造したのと同様の手法でアルゴンでスパッタクリーニングし、その後、チタンでスパッタクリーニングした。さらに、本発明品を製造した工程と同様に基材11の表面に厚さが $0.3\mu\text{m}$ のTiN膜による中間層を形成した。

【0045】TiN膜の形成が終了すると、直流電源7からアーク式蒸発源5へ-30V、95Aの電力を供給して、アーク式蒸発源5からチタンイオン、チタンアルミニウムイオン、アルミニウムイオンを発生させた。また、上部ガス導入口10から窒素ガスを導入した。これらが基材11の表面で反応して中間層であるTiN膜上に膜厚が $3\mu\text{m}$ の（Ti0.5、Al0.5）N膜が得られた。これにより、従来製法による、TiAlN耐摩耗性を有する従来品1を得た。

【0046】(iii) 従来品2の作製  
従来品2の作製に当たっては、アーク式蒸発源5と対向するスパッタ式蒸発源6をアーク蒸発源5に変更して、両蒸発源をチタンで構成した。その他の成膜装置1の構成については従来品1の場合と同様とした。このような成膜装置1において、まず、基材ホルダ12に基材11を取り付け、本発明品を製造したのと同様にこれらを回転させた。次に、本発明品を製造したのと同様の工程で基材11の表面をアルゴンでスパッタクリーニングし、その後、チタンでスパッタクリーニングし、さらに中間層となるTiN膜を厚さ $0.3\mu\text{m}$ に形成した。

【0047】次に、中間層TiN膜の成膜が終了すると、直流電源7からアーク式蒸発源5へ-30V、95Aの電力を供給して、アーク式蒸発源5からチタンイオンを発生させた。また、上部ガス導入口10からメタンガス（ $\text{CH}_4$ ）と窒素ガスを導入した。これらが反応して基材11の表面のTiN膜上に膜厚が $3\mu\text{m}$ のTi（C0.5、N0.5）膜を形成した。Ti（C0.5、N0.5）とは、TiとCとNの原子数比が1:0.5:0.5の化合物をいう。

#### 【0048】(2) 切削工具寿命評価

上述の工程で製造したサンプルである本発明品、従来品1および従来品2のそれぞれについて、実際に被削材を高炭素クロム軸受け鋼（SUJ2 硬度 $H_{RC}60$ ）の丸棒を用い、この丸棒の外周を切削試験した。切削条件は、切削速度120m/min、送り0.1mm/rev.、切り込み0.2mm、ドライ条件とした。寿命評価結果を表1に示す。

【0049】なお、表2では本発明品のうち、耐摩耗性膜における硬質超微粒子の粒径が極端に小さいものを比較品1、大きいものを比較品2、耐摩耗性膜の膜厚の極端に薄いものを比較品3、厚いものを比較品4、耐摩耗性膜の結晶粒径が極端に小さいものを比較品5、大きいものを比較品6、7と表示している。

#### 【0050】

#### 【表1】



		中間層		超微粒子分散耐摩耗性被膜					逃げ面 摩耗量 (mm)
		膜種	膜厚 (μm)	耐摩耗膜		硬質超微粒子		膜厚 (nm)	
				膜種	粒径(nm)	材質	粒径(μm)		
本発明品	1	TiN	0.5	TiN	3.0	SiN1.33	0.5	3	0.096
	2	TiN	0.5	TiN	3.5	SiN1.33	3.1	3	0.086
	3	TiN	0.5	TiN	3.2	SiN1.33	15	3	0.114
	4	TiN	0.5	TiN	3.3	SiN1.33	60	3	0.123
	5	TiN	0.5	TiN	3.0	SiN1.33	3.1	0.5	0.121
	6	TiN	0.5	TiN	3.3	SiN1.33	3.0	3	0.119
	7	TiN	0.5	TiN	3.0	SiN1.33	3.2	5	0.104
	8	TiN	0.5	TiN	3.6	SiN1.33	3.0	10	0.102
	9	TiN	0.05	TiN	3.2	SiN1.33	3.0	3	0.133
	10	TiN	1	TiN	3.0	SiN1.33	3.5	3	0.126
	11	CrN	0.5	TiN	3.0	SiN1.33	3.0	3	0.120
	12	CrN	0.05	TiN	3.0	SiN1.33	3.4	3	0.132
	13	CrN	1	TiN	3.5	SiN1.33	3.1	3	0.115
	14	TiN	0.5	TiCN	3.5	SiN1.33	3.0	3	0.096
	15	TiN	0.5	TiAlN	3.0	SiN1.33	3.3	3	0.085
	16	TiN	0.5	ZrN	3.3	SiN1.33	3.3	3	0.100
	17	TiN	0.5	HfN	3.2	SiN1.33	3.2	3	0.112
	18	CrN	0.5	CrN	3.0	SiN1.33	3.3	3	0.108
	19	TiN	0.5	VN	3.2	SiN1.33	3.0	3	0.111
	20	TiN	0.5	NbN	3.4	SiN1.33	3.0	3	0.110
	21	TiN	0.5	TaN	3.0	SiN1.33	3.0	3	0.104
	22	TiN	0.5	WN	3.5	SiN1.33	3.0	3	0.115
	23	TiN	0.5	MoN	3.0	SiN1.33	3.1	3	0.111

【0051】

【表2】

		中間層		超微粒子分散耐摩耗性被膜					逃げ面 摩耗量 (mm)
		膜種	膜厚 ( $\mu\text{m}$ )	耐摩耗膜		硬質超微粒子		膜厚 (nm)	
				膜種	粒径(nm)	材質	粒径(nm)		
本発明品	24	TiN	0.5	TiN	3.0	SiNO.5	3.0	3	0.112
	25	TiN	0.5	TiN	3.0	SiN	3.2	3	0.109
	26	TiN	0.5	TiN	3.3	B <sub>4</sub> C	3.3	3	0.117
	27	TiN	0.5	TiN	3.0	TiB	3.5	3	0.119
	28	TiN	0.5	TiN	3.1	TiB <sub>2</sub>	3.0	3	0.107
	29	TiN	0.5	TiN	3.0	BN	3.2	3	0.098
	30	TiN	0.5	TiN	3.2	TiC	3.2	3	0.106
	31	TiN	0.5	TiN	3.2	WC	3.0	3	0.095
	32	TiN	0.5	TiN	3.0	SiC	3.0	3	0.114
	33	TiN	0.5	TiN	3.1	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.0	3	0.115
	34	TiN	0.5	TiN	0.5	SiN1.33	3.0	3	0.088
	35	TiN	0.5	TiN	15.0	SiN1.33	3.2	3	0.107
	36	TiN	0.5	TiN	60	SiN1.33	3.0	3	0.119
	37	なし	—	TiN	3	SiN1.33	3.0	3	0.113
	38	なし	—	TiAlN	3	SiN1.33	3.0	3	0.109
比較品	1	TiN	0.5	TiN	3.1	SiN1.33	0.3	3	0.259
	2	TiN	0.5	TiN	3.0	SiN1.33	100	3	0.245
	3	TiN	0.5	TiN	3.0	SiN1.33	3.1	0.1	0.253
	4	TiN	0.5	TiN	3.3	SiN1.33	3.0	20	剥離
	5	TiN	0.5	TiN	0.3	SiN1.33	3.3	3	0.222
	6	TiN	0.5	TiN	100	SiN1.33	3.0	3	0.235
	7	TiN	0.01	TiN	100	SiN1.33	3.5	3	0.275
従来品	1	TiN	0.5	TiAlN	—	—	—	3	0.261
	2	TiN	0.5	TiCN	—	—	—	3	0.277

【0052】表1、2から明らかなように、本発明品において切削工具寿命が大きく向上したことが確認された。また、中間層の厚みとしては、 $0.1\mu\text{m}$ 以上、 $1\mu\text{m}$ 以下であることが好ましいことがわかる。さらに、超微粒子分散耐摩耗性被膜の厚みとしては、 $0.5\mu\text{m}$ 以上 $10\mu\text{m}$ 以下であることが好ましいことがわかる。超微粒子分散

耐摩耗性被膜の厚さが $0.5\mu\text{m}$ 未満であれば、被膜自体の強度が低下し、被膜の耐摩耗性が低下する。また、 $10\mu\text{m}$ を超える膜厚とした場合、被膜の残留内部応力が高くなり、膜の剥離が発生する。

【0053】上記の各実験例から明らかなように、本発明切削工具によれば、チップの他、ドリル、エンドミル



などにおける耐摩耗性、高滑り性、高焼き付き性、被削材の加工精度（表面仕上げ状態）などの向上が期待でき、工具寿命を改善することができる。

【0054】尚、本発明の切削工具とその製造方法および製造装置は、上述の具体例にのみ限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々変更を加え得ることは勿論である。

【0055】

【発明の効果】以上説明したように、本発明切削工具によれば、耐摩耗性、高滑り性、高焼き付き性、被削材の加工精度（表面仕上げ状態）などの向上が図れるため、切削工具の寿命を改善することができる。特に、ドリル、エンドミル、フライス加工用および旋削用刃先交換型チップ、メタルソー、歯切工具、リーマ、タップなどの切削工具としての利用に最適である。

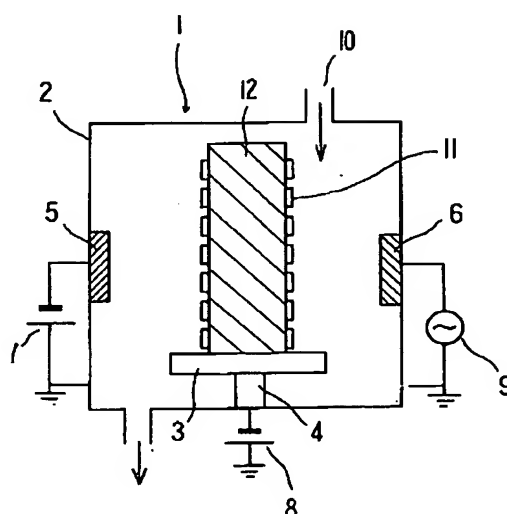
【図面の簡単な説明】

【図1】本発明装置の模式図である。

【符号の説明】

- 1 成膜装置
- 2 チャンバー
- 3 主テーブル
- 4 支持棒
- 5 アーク式蒸発源
- 6 スパッタ式蒸発源
- 7、8 直流電源
- 9 RF電源
- 10 ガス導入口
- 11 基材
- 12 基材ホルダ

【図1】



フロントページの続き

(51)Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	(参考)
B 2 3 P	15/28	B 2 3 P	15/28 Z
C 0 4 B	41/87	C 0 4 B	41/87 N
C 2 3 C	14/06	C 2 3 C	14/06 L
	14/24		14/24 F
	14/34		14/34 S

(72)発明者 大原 久典  
兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友  
電気工業株式会社伊丹製作所内

(72)発明者 大田 倫子  
兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友  
電気工業株式会社伊丹製作所内

:(9) 001-293602 (P2001-293602A)

Fターム(参考) 3C037 AA02 CC08 FF06  
3C046 FF02 FF10 FF11 FF13 FF17  
FF20 FF25 FF27 FF35  
4K029 AA04 BA44 BA53 BA54 BA55  
BA56 BA57 BA58 BA59 BA60  
BA64 BB02 BB10 BD05 CA04  
CA06 CA13 DD06 EA01